



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 100 16 633 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:  
**F 16 C 1/04**

②1 Aktenzeichen: 100 16 633.4  
②2 Anmeldetag: 4. 4. 2000  
④3 Offenlegungstag: 11. 10. 2001

DE 100 16 633 A 1

⑦1 Anmelder:  
Joist, Alexander, Dr., 49808 Lingen, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col.,  
50667 Köln

⑦2 Erfinder:  
Joist, Alexander, Dr., 49808 Lingen, DE; Spiegel,  
Hans Ulrich, Prof. Dr., 48163 Münster, DE; Winter,  
Eduard, 37520 Osterode, DE

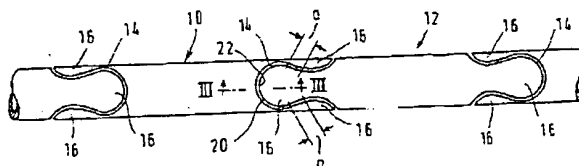
⑤5 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE	41 33 350 A1
US	32 60 069
US	25 15 366
US	25 15 365
US	13 14 601
EP	08 89 252 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Flexible Welle

⑤7 Eine flexible Welle weist mehrere Wellenglieder (10, 12) mit ineinandergreifenden Ansätzen (16) und Ausnehmungen (18) auf. Die Ansätze (16) und Ausnehmungen (18) hintergreifen einander in Längsrichtung der Welle. Zwischen benachbarten Wellengliedern (10, 12) ist ein um den Wellenumfang verlaufender Spalt (14) vorgesehen. Die Welle ist somit flexibel, da die einzelnen Wellenglieder (10, 12) in Längsrichtung einen Winkel zueinander einnehmen können. Ferner können mit der Welle Drehmomente übertragen werden, da sich die einzelnen Wellenglieder (10, 12) gegeneinander verdrehen, so dass die Spaltflächen (20, 22) aneinander stoßen und über diese Kraft übertragen werden kann. Da sich die Ansätze (16) und Ausnehmungen (18) hintergreifen, können durch die Welle auch Zug- und Druckkräfte übertragen werden.



DE 100 16 633 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine flexible Welle.

[0002] Zur Übertragung von Drehmomenten mit einer flexiblen Welle sind Wellen aus in Längsrichtung der Welle spiralförmig gewickeltem Draht bekannt. Bei der Übertragung des Drehmoments werden die einzelnen Spiralwindungen gegeneinander verdreht, so dass sich die flexible Welle versteift. Bei einer flexiblen Welle mit einem einzigen spiralförmig gewickelten Draht können nur Drehmomente in eine Richtung übertragen werden. Um Drehmomente in beide Richtungen übertragen zu können, ist es bekannt, mehrere in entgegengesetzte Richtung spiralförmig gewickelte Lagen Draht vorzusehen. Die Herstellung derartiger flexibler Wellen ist äußerst aufwendig. Ferner können mit derartigen Wellen nur geringe Zug- oder Druckkräfte übertragen werden.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, eine flexible Welle zu schaffen, mit der auch Zug- und Druckkräfte übertragen werden können. Es ist ferner Aufgabe der Erfindung ein vereinfachtes Herstellungsverfahren für eine flexible Welle zu schaffen.

[0004] Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 bzw. 9.

[0005] Die erfindungsgemäße flexible Welle weist mehrere Wellenglieder auf. Jedes Wellenglied weist mindestens einen Ansatz und eine Ausnehmung auf, der in eine Ausnehmung bzw. einen Ansatz eines benachbarten Wellenglieds eingreift, so dass Ansätze und Ausnehmungen ineinandergreifen. Die Abmessungen der Ansätze und Ausnehmungen sind so aufeinander abgestimmt, dass ein um den Wellenumfang umlaufender Spalt ausgebildet ist. Die ineinandergreifenden Ansätze und Ausnehmungen benachbarter Wellenglieder sind ferner so ausgebildet, dass sie sich einander in Längsrichtung hintergreifen. Dadurch sind die Wellenglieder in Längsrichtung an der flexiblen Welle unlösbar miteinander verbunden. Aufgrund des umlaufenden Spalts entsteht ein gegenseitiges Spiel zwischen den einzelnen Wellengliedern.

[0006] In Abhängigkeit der Größe des Spiels sowie der Länge der einzelnen Wellenglieder ist die Welle mehr oder weniger flexibel. Durch das Drehen eines mit einem Antrieb verbundenen Wellenglieds wird der Spalt zwischen den Wellengliedern teilweise geschlossen, so dass sich die einander gegenüberliegende Spaltflächen teilweise berühren. Über diese Berührungsbereiche wird von einer auf das nächste Wellenglied Kraft übertragen. Auf diese Weise wird von der flexiblen Welle ein Drehmoment übertragen. Zur Übertragung großer Drehmomente kann die Form der Ansätze und Ausnehmungen so ausgebildet sein, dass beim Drehen der Welle möglichst große Berührungsflächen vorhanden sind.

[0007] Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass bei einer bevorzugten Ausrichtung der flexiblen Welle in Längsrichtung ebene Spaltflächen einander gegenüberliegend angeordnet sind, so dass beim Drehen der Welle die ebenen Bereiche aneinander liegen. Da hierdurch die Flächenpressung verringert ist, können über die Berührungsflächen größere Kräfte und damit höhere Drehmomente übertragen werden.

[0008] Um in gewissen Winkelbereichen zwischen benachbarten Wellengliedern möglichst hohe Drehmomente übertragen zu können, können Bereiche der gegenüberliegenden Spaltflächen konvex bzw. konkav ausgebildet sein. Hierbei weist die Ausnehmung eine teilweise konkave und der entsprechende Ansatz eine teilweise konvexe Spaltfläche auf, wobei die konkave Spaltfläche einen größeren Krümmungsradius als die konvexe Spaltfläche aufweist. Die

konkave Spaltfläche ist somit geringer gekrümmt als die konvexe Spaltfläche. Zur Übertragung großer Drehmomente sollten die Krümmungsradien möglichst groß, d.h. die Krümmungen möglichst gering sein.

[0009] Die einzelnen Wellenglieder sind vorzugsweise in sich steif. Sie bestehen vorzugsweise aus hartem Kunststoff, Carbon oder Metall und insbesondere aus Titan. Da der Ansatz eines Wellenglieds in die Ausnehmung eines benachbarten Wellenglieds eingreift, hintergreift der Ansatz erfindungsgemäß die Ausnehmung. Der Ansatz weist somit einen halsförmigen und einen kopfförmigen Teil auf. Ebenso weist die Ausnehmung einen halsförmigen und einen kopfförmigen Teil auf. Hierdurch sind die Wellenglieder in Längsrichtung unlösbar miteinander verbunden. Auch in der Ausgestaltung der Ansätze und der Ausnehmungen können durch die erfindungsgemäße flexible Welle auch Zug- und Druckkräfte übertragen werden. Die Bereiche der Spaltflächen, an denen die Wellenglieder einander bei der Übertragung von Zug- oder Druckkräften berühren, können vorzugsweise wiederum so ausgebildet sein, dass eine Übertragungsfläche ausgebildet ist, um die Flächenpressung zu verringern.

[0010] Vorzugsweise weist jedes Wellenglied am Wellenumfang mindestens zwei Ansätze und zwei Ausnehmungen auf. Hierdurch wird die Fläche für die Kraftübertragung zwischen zwei Wellengliedern erhöht. Vorzugsweise sind die Ansätze gleich groß und regelmäßig am Umfang der Welle angeordnet. Hierdurch ist gewährleistet, dass die flexible Welle in jede Biegerichtung eine annähernd gleiche Flexibilität aufweist.

[0011] Um zu verhindern, dass die einzelnen Wellenglieder der flexiblen Welle in radialer Richtung lösbar sind, können mehr als zwei Ansätze bzw. Ausnehmungen vorgesehen sein. Statt dessen oder zusätzlich ist es ebenso möglich, bei einer rohrförmigen flexiblen Welle innerhalb des Rohrs einen Fixierungsschlauch vorzusehen. Bei dem Fixierungsschlauch handelt es sich um einen flexiblen Schlauch, durch den ein radiales Lösen der Wellenglieder verhindert ist. Aufgrund der Flexibilität des Schlauches schränkt dieser die Flexibilität der Welle im allgemeinen nicht ein.

[0012] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind die beiden einander gegenüberliegenden Spaltflächen des zwischen zwei benachbarten Wellengliedern angeordneten Spalts gegenüber der Längsachse der Welle zumindest in einem Teil des Umfangs geneigt. Ferner ist die Neigung hinsichtlich der Breite des Spalts so gewählt, dass sich eine Innenkante eines Wellenglieds und eine Außenkante des benachbarten Wellenglieds senkrecht zur Längsachse der Welle überlappen. Bei einer radialen Bewegung zweier benachbarter Wellenglieder gegeneinander berühren sich somit die Spaltflächen, so dass ein Lösen der Wellenglieder in radialer Richtung verhindert ist.

[0013] Die beiden einander gegenüberliegenden Spaltflächen sind vorzugsweise um den gesamten Umfang der Welle parallel zueinander. Bei geneigten Spaltflächen ist hierdurch sichergestellt, dass in jeder radialen Richtung ein Lösen benachbarter Wellenglieder verhindert ist. Bei senkrecht zur Längsachse der Welle ausgerichteten Spaltflächen ist eine sichere Übertragung von Druck- und Zugkräften in jeder Lage der Welle möglich, wenn die Spaltflächen um den gesamten Umfang parallel zueinander sind.

[0014] Vorzugsweise ist das Verhältnis von Spaltbreite zu Wellendurchmesser bei runden Wellengliedern zwischen 1 : 100 und 1 : 10. Dies bedeutet bei einem Wellendurchmesser von 10 mm, dass die Spaltbreite zwischen 0,1 mm und 1 mm beträgt. Durch die Wahl der Spaltbreite kann die maximal mögliche Krümmung der flexiblen Welle beeinflusst werden. Um die Zuverlässigkeit der Übertragung von

Drehmomenten sowie von Kräften zu erhöhen, ist es vorteilhaft, möglichst geringe Spaltbreiten vorzusehen, d. h. bei einem Wellendurchmesser von 10 mm eine Spaltbreite von lediglich 0,5 bis 0,1 mm vorzusehen. Zur Erhöhung der Flexibilität sollte nicht die Spaltbreite vergrößert werden, sondern die Anzahl der Wellenglieder erhöht werden, in dem die Länge der einzelnen Wellenglieder verringert wird.

[0015] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer derartigen flexiblen Welle wird in einem einzigen Rohr in Umfangsrichtung durch einen entsprechenden Schnitt der Spalt hergestellt. Hierbei wird der Schnittverlauf so gewählt, dass ineinandergreifende Ansätze und Ausnehmungen entstehen. Somit werden durch einen einzigen Schnitt aus einem einzigen Rohr zwei ineinandergreifende Wellenglieder hergestellt, die in Längsrichtung unlösbar und mit gegenseitigem Spiel verbunden sind. Durch das Vorsehen mehrerer Schnitte in einem einzigen Rohr, die in Längsrichtung des Rohrs in einem Abstand zueinander angeordnet sind, kann eine flexible Welle mit einer beliebigen Anzahl von Wellengliedern hergestellt werden. Der Verlauf des Spaltes ist hierbei vorzugsweise wellenförmig.

[0016] Wenn die Ansätze und Ausnehmungen so angeordnet werden, dass jeweils zwei Ansätze bzw. Ausnehmungen in radialer Richtung gegenüberliegen, können Wellenglieder auch aus einem vollem Stab hergestellt werden.

[0017] Zur Herstellung des Spaltes wird vorzugsweise ein Laser-Schneidverfahren eingesetzt. Durch Laser-Schneidverfahren können auch in Metall- und Titanrohren Schnitte hergestellt werden. Der Einsatz eines Laser-Schneidverfahrens hat den Vorteil, dass Spalte mit äußerst geringen Spaltbreiten hergestellt werden können. Bei größeren Spaltbreiten können auch andere bekannte Brennschneidverfahren eingesetzt werden. Insbesondere bei Kunststoffrohren ist der Einsatz von Brenn-Schneidverfahren vorteilhaft.

[0018] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen näher erläutert.

[0019] Es zeigen:

[0020] Fig. 1 eine schematische Ansicht einer aus einem einzigen Rohr hergestellten flexiblen Welle;

[0021] Fig. 2 eine Abwicklung des Schnittverlaufs in Umfangsrichtung der Welle, und

[0022] Fig. 3 eine schematische Schnittansicht entlang der Linie III-III in Fig. 1.

[0023] Die aus einem einzigen Rohr hergestellte flexible Welle weist einzelne Wellenglieder 10, 12 auf. Die Wellenglieder 10, 12 sind dadurch hergestellt, dass ein Spalt 14 in das Rohr geschnitten wird. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist jedes Wellengliedende zwei Ansätze 16 auf, die in Ausnehmungen 18 (Fig. 2) eingreifen.

[0024] Der Schnittverlauf zur Herstellung des Spaltes 14 ist in der Abwicklung in Fig. 2 dargestellt. Es handelt sich um einen wellenförmigen Spalt 14, der derartig ausgebildet ist, dass die ineinandergreifenden Ansätze 16 und Ausnehmungen 18 einander in Längsrichtung hintergreifen. Dadurch sind benachbarte Wellenglieder 10, 12 in Längsrichtung unlösbar verbunden. Wird beispielsweise das Wellenglied 10 in Fig. 1 nach links und das Wellenglied 12 nach rechts bewegt, stößt eine Spaltfläche 20 des Wellenglieds 10 in Bereichen A gegen eine Spaltfläche 22 des Wellenglieds 12.

[0025] Der Schnittverlauf zur Herstellung des Spaltes 14 ist eine regelmäßige Kurve (Fig. 2), so dass die Wellenglieder 10, 12 identisch sind. Da jedes Wellenglied 10, 12 zwei Ansätze 16 aufweist, die am Umfang regelmäßig angeordnet sind, ist das Wellenglied 10 gegenüber dem Wellenglied 12 um 90° verdreht. Die Breite des Spaltes 14 ist in Umfangsrichtung konstant.

[0026] Zur Erzeugung von Hinterschnidungen ist der

Schnittverlauf derart geführt, dass parallel zur Längsachse eines Rohrs verlaufende Linien 24 den Schnittverlauf dreimal schneiden. Da die Ansätze 16 bei der erfindungsgemäßen Herstellung der Wellenglieder aus einem einzigen Rohr durch einen in Umfangsrichtung verlaufenden Schnitt hergestellt werden und eine den Ausnehmungen 18 entsprechende Form aufweisen, können benachbarte Wellenglieder 10, 12 in Längsrichtung nicht gelöst werden.

[0027] Beim Übertragen eines Drehmoments mittels der flexiblen Welle verdrehen sich benachbarte Wellenglieder gegeneinander, so dass gegenüberliegende Spaltflächen 20, 22 teilweise aneinander anliegen. Um welchen Winkel eine flexible Welle verdreht werden kann, bestimmt sich nach der Anzahl der Spalte 14, sowie nach der Spaltbreite. Von der Spaltbreite und der Anzahl der Spalte 14 ist es ebenso abhängig, wie weit die flexible Welle zusammengeschoben werden muss, bevor Druckkräfte übertragen werden können. Um dieselbe Länge muss die Welle auseinandergezogen werden, um Zugkräfte übertragen zu können.

[0028] Da bei der dargestellten Ausführungsform jedes Wellenglied 10, 12 zwei Ansätze 16 aufweist, könnten die Wellenglieder 10, 12 senkrecht zur Längsachse voneinander gelöst werden, wenn die Spaltflächen 20, 22 senkrecht zur Längsachse der Welle verlaufen würden. Um ein Lösen der Wellenglieder 10, 12 in radialer Richtung zu vermeiden, sind die Spaltflächen 20, 22 gegenüber der Längsachse der Welle geneigt. Die Neigung muss hierbei so stark sein, dass eine Innenkante 26 des Wellenglieds 12 und eine Außenkante 28 des benachbarten Wellenglieds 10 sich senkrecht zur Längsachse der Welle überlappen. Dies bedeutet, dass eine senkrecht zur Längsachse bzw. senkrecht zur äußeren Mantelfläche des Wellenglieds 10 verlaufende Linie 30 durch die Außenkante 28 das Wellenglied 12 schneidet. Um ein Lösen benachbarter Wellenglieder 10, 12 in radialer Richtung zu vermeiden, muss die Linie 30 das Wellenglied 12 in jeder Lage der beiden Wellenglieder 10, 12, d. h. auch wenn diese auseinandergezogen sind oder in einem Winkel zueinander stehen, schneiden.

#### Patentansprüche

1. Flexible Welle mit mehreren Wellengliedern (10, 12) mit ineinandergreifenden Ansätzen (16) und Ausnehmungen (18), die unter Bildung eines um den Wellenumfang umlaufenden Spaltes (14) einander in Längsrichtung hintergreifen, so dass die Wellenglieder (10, 12) in Längsrichtung unlösbar und mit gegenseitigem Spiel verbunden sind.
2. Flexible Welle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Ansätze (16) und zwei Ausnehmungen (18) am Wellenumfang angeordnet sind.
3. Flexible Welle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sämtliche Ansätze (16) die gleiche Größe aufweisen und regelmäßig am Umfang der Welle angeordnet sind.
4. Flexible Welle nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenglieder (10, 12) rohrförmig sind.
5. Flexible Welle nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass der Spalt (14) in Umfangsrichtung eine konstante Breite aufweist.
6. Flexible Welle nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden einander gegenüberliegenden Spaltflächen (20, 22) des Spaltes (14) gegenüber der Längsachse der Welle zumindest in einem Teil des Umfangs geneigt sind, wobei sich eine Innenkante (26) eines Wellenglieds (12) und eine Außen-

kante (28) eines benachbarten Wellenglieds (10) senkrecht zur Längsachse der Welle überlappen.

7. Flexible Welle nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden einander gegenüberliegenden Spaltflächen (20,22) eines Spalts (14) um den gesamten Umfang parallel zueinander sind.

8. Flexible Welle nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von Spaltbreite zu Wellendurchmesser zwischen 1/100 und 1/10 beträgt.

9. Verfahren zur Herstellung einer flexiblen Welle nach einem der Ansprüche 1-8, aus einem einzigen Rohr, bei welchem in das Rohr zur Herstellung der Wellenglieder (10,12) in Umfangsrichtung der Spalt (14) geschnitten wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei welchem der Spalt (14) durch Laserschneiden hergestellt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

